

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-171789

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/133

(21)Application number : 10-346937

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 07.12.1998

(72)Inventor : HISATAKE YUZO

(30)Priority

Priority number : 09356460
10278635

Priority date : 25.12.1997
30.09.1998

Priority country : JP

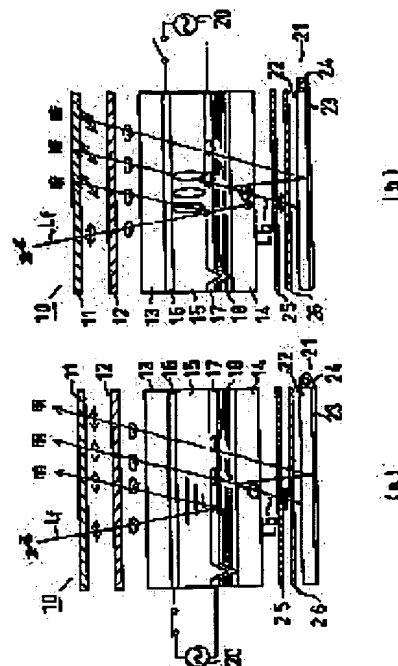
JP

(54) DISPLAY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a reflective or semitransmissive display device with high brightness and low power consumption by improving the utilization factor of the light.

SOLUTION: The display element is provided with a fixed retardation layer (a retardation plate) 12 which delays the phase of the incident light by $\lambda/4$ and a variable retardation layer (a vertical alignment liquid crystal layer) 15 which shifts the phase of the incident light UP to $\lambda/2$ corresponding to the applied voltage, held between a polarizing plate 11 and a polarized light reflection layer 18, being confronted therewith, comprising a cholesteric liquid crystal or the like.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-171789

(P2000-171789A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335	2 H 0 8 9
	5 3 0		2 H 0 9 1
1/133	5 0 0	1/133	5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-346937

(22) 出願日 平成10年12月7日 (1998.12.7)

(31) 優先権主張番号 特願平9-356460

(32) 優先日 平成9年12月25日 (1997.12.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-278635

(32) 優先日 平成10年9月30日 (1998.9.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 久武 雄三

埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番2号 株式

会社東芝深谷電子工場内

(74) 代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫 (外1名)

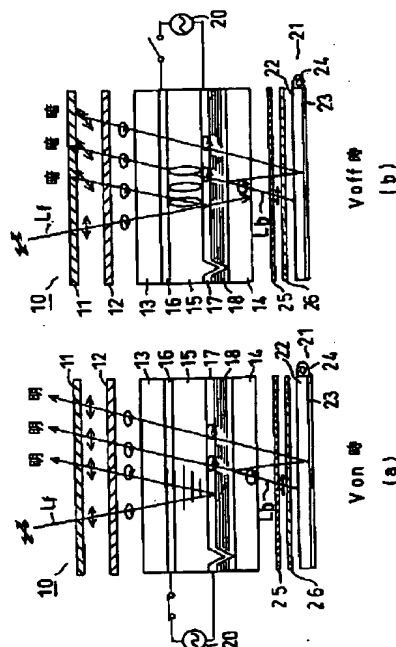
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示素子

(57) 【要約】

【課題】 光利用率を改善し、高輝度かつ低消費電力の反射型または半透過型表示素子を得る。

【解決手段】 偏光板11とこれに対峙するコレステリック液晶などの偏光反射層18との間に、入射光の位相を $\lambda/4$ 遅延させる固定リターダー層（位相差板）12と、入射光を印加電圧に応じて $\lambda/2$ ずらす可変リターダー層（垂直配向型液晶層）15を挟持する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線偏光をその偏光軸に沿って透過する偏光板と、

前記偏光板に対向配置され、その偏光板と対峙する面から入射する入射光の所定方向回りの第一円偏光成分を反射し前記第一円偏光成分と逆回りの第二円偏光成分を透過し、他方の面から入射する入射光の第二円偏光成分を反射し第一円偏光成分を透過する偏光反射層と、
前記偏光板と前記偏光反射層との間に挟持され、印加電圧に応じて入射光の位相を変調する可変リターダーを有し、

前記可変リターダーは前記偏光板を透過した直線偏光を、第一電圧印加時に前記第一円偏光成分に変換し、第二電圧印加時に前記第二円偏光成分に変換するとともに、前記第一電圧印加時に前記偏光反射板からの反射光および透過光を前記偏光板の偏光軸に沿った直線偏光に変換し、前記第二電圧印加時に前記偏光反射板からの透過光を前記偏光板の偏光軸と直交する方向の直線偏光に変換することを特徴とする表示素子。

【請求項2】 直線偏光をその偏光軸に沿って透過する偏光板と、

前記偏光板に対向配置され、その偏光板と対峙する面から入射する入射光の所定方向回りの第一円偏光成分を反射し前記第一円偏光成分と逆回りの第二円偏光成分を透過し、他方の面から入射する入射光の第二円偏光成分を反射し第一円偏光成分を透過する偏光反射層と、
前記偏光反射層の後面に前記偏光反射層側から順に配置された位相差板および直線偏光板と、

前記偏光板と前記偏光反射層との間に挟持され、印加電圧に応じて入射光の位相を変調する可変リターダーを有し、

前記可変リターダーは前記偏光板を透過した直線偏光を、第一電圧印加時に前記第一円偏光成分に変換し、第二電圧印加時に前記第二円偏光成分に変換するとともに、前記第一電圧印加時に前記偏光反射板からの反射光および透過光を前記偏光板の偏光軸に沿った直線偏光に変換し、前記第二電圧印加時に前記偏光反射板からの透過光を前記偏光板の偏光軸と直交する方向の直線偏光に変換することを特徴とする表示素子。

【請求項3】 前記偏光反射層は、コレステリック液晶層であることを特徴とする請求項1または2記載の表示素子。

【請求項4】 前記コレステリック液晶層は、その螺旋ピッチが層厚方向に沿って異なることを特徴とする請求項3記載の表示素子。

【請求項5】 前記可変リターダーは、印加電圧に応じて入射光の位相を可変に変調する可変リターダー層と、入射光の位相を一定量変調する固定リターダー層とを有することを特徴とする請求項1または2記載の表示素子。

【請求項6】 前記可変リターダー層は、前記固定リターダー層よりも前記偏光反射層側に配置されることを特徴とする請求項5記載の表示素子。

【請求項7】 前記可変リターダー層は相対する電極間に配置された液晶を有し、前記第一電圧および第二電圧が前記電極に印加されることを特徴とする請求項1または2記載の表示素子。

【請求項8】 前記可変リターダー層は、前記第一電圧印加時に、前記第二電圧印加時よりも入射光の位相を $\pi/2$ 変化させることを特徴とする請求項5記載の表示素子。

【請求項9】 前記可変リターダー層は、ツイステッドネマティック液晶素子であることを特徴とする請求項8記載の表示素子。

【請求項10】 前記可変リターダー層は、垂直配向型ネマティック液晶素子であることを特徴とする請求項8記載の表示素子。

【請求項11】 前記可変リターダー層は、水平配向型ネマティック液晶素子であることを特徴とする請求項8記載の表示素子。

【請求項12】 前記可変リターダー層は、強誘電性液晶素子であることを特徴とする請求項8記載の表示素子。

【請求項13】 前記可変リターダー層は、反強誘電性液晶素子であることを特徴とする請求項8記載の表示素子。

【請求項14】 前記偏光反射層の他方の面側には、面光源が配置されていることを特徴とする請求項2記載の表示素子。

【請求項15】 直線状の偏光軸を有する偏光板と、前記偏光板後面にその遅相軸が前記偏光板前面側からみたとき前記偏光軸から所定方向に概略 45° をなすように配置された位相差板と、

前記位相差板の後面に配置され、印加電圧に応じて入射光の位相を変調する液晶層を有する液晶セルと、
前記液晶層の後面に配置され、前記所定方向と逆方向にツイストするコレステリック液晶層からなる偏光反射層と、
前記偏光反射層の後面に前記偏光反射層側から順に配置された位相差板および直線偏光板と、
背面光源とを具備することを特徴とする表示素子。

【請求項16】 前記液晶層セルは、前記液晶層と、該液晶層を挟んで対向しそれぞれの内面に電極が形成された2枚の電極基板を有することを特徴とする請求項15記載の表示素子。

【請求項17】 前記コレステリック液晶層は、前記電極基板面に被着されることを特徴とする請求項16記載の表示素子。

【請求項18】 前記コレステリック液晶層は前記電極基板外面に被着されていることを特徴とする請求項17

記載の表示素子。

【請求項19】前記コレステリック液晶層は液晶ポリマーフィルムからなることを特徴とする請求項18記載の表示素子。

【請求項20】前記電極基板の一方は、マトリクス状に配列された複数の画素電極および各々の画素電極を制御するスイッチング素子を有し、他方の電極基板は前記複数の画素電極に共通の対向電極を有することを特徴とする請求項16記載の表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示素子などの平板型表示素子に係り、特に外光を利用した反射型表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の反射型液晶表示素子は、外光を利用するため使用環境によっては照度不足のため表示画面が暗くなり、特に暗所では全く利用することができない。

【0003】一方で、暗い環境では透過型液晶表示素子として利用できるように、外光を反射するための反射板として半透過反射板（ハーフミラー）を用い、この半透過反射板の背面にバックライトを具備した半透過型表示素子が応用されてきた。しかしながら、半透過反射板は入射光の利用効率が最大でも50%であるため、表示画面の明るさは透過型表示素子または反射型表示素子と比べて著しく劣っていた。

【0004】近年こうした問題に対し、反射板に画素毎にピンホールを設け、このピンホールに対応したマイクロレンズを配置した半透過型液晶表示素子が検討されている。この半透過型液晶表示素子においては、外光利用時には反射板のピンホールを除く領域で反射した光を光源として利用し、バックライト使用時にはピンホールを透過した光をマイクロレンズにより集光することにより、光の利用効率を高めている。しかしながら外光利用時にはピンホール分の光の損失があるため、結果的に透過型としての使用頻度が高まり、消費電力を増大させることとなる。また反射板の構造が複雑なため外付けの反射板を用いる必要があり、その結果視差が生じ表示性能を著しく低下させる。

【0005】また、反射型液晶表示素子の観察面側に導光板を配置し、この導光板の側面に線状光源を配置したいわゆるフロントライト方式の表示素子も検討されている。しかしながら、フロントライト表面での表面反射が著しく、コントラストなどの表示品位を著しく低下させてしまう。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこれら従来の反射型または半透過型表示素子の問題点を新規な構造にて解決し、光利用効率を飛躍的に高めた表示素子を提供

することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の表示素子は、その観察面側から順に、偏光板、可変リターダー、偏光反射層を積層した構造であることを特徴とする。偏光反射層は、その一主面に到達する入射光のうち左円偏光成分または右円偏光成分のみを反射し、反射する成分とは逆回り（右偏光成分または左偏光成分）を透過し、反対の主面に到達する入射光のうち左偏光成分または右偏光成分のみを反射し、右偏光成分または左偏光成分を透過する機能を有する。

【0008】この様子を一主面側から見ると、一主面側に反射する光と裏面から透過する光との回転方向は等しく、裏面側に透過する光と裏面側に反射する光との回転方向も等しい。このような機能を有する偏光反射層としては、図2に示すコレステリック液晶が知られている。なお、図2において円偏光L1、L2、L1'、L2'の回転方向はすべて偏光反射層18の一主面18f側から観察した状態を示している。

【0009】即ち図2に示すように、偏光反射層18を構成するコレステリック液晶19が左回りの螺旋構造を有する場合、その主面18f側から入射する自然光Lfのうち左円偏光成分は主面18fで反射される。このとき反射光L1は、反射により進行方向に対し回転方向が反転され右回りの円偏光として出射されるが、主面18f側からみると左円偏光となる。また入射光のうち右円偏光成分L2は他の主面18b側に透過する。一方他の主面18bから入射する自然光Lbのうち進行方向に対して左円偏光成分は、主面18bで反射され進行方向に対して回転方向が反転された右円偏光成分の光L2'となる。また進行方向に対して右円偏光成分は偏光反射層18を透過するが、この光を主面18f側から観察すると左円偏光成分L1'となる。

【0010】本発明の表示素子において、観察面側から外光が入射すると、偏光板の偏光軸方向に沿った振動方向を有する直線偏光成分が取り出され、可変リターダーに到達する。可変リターダーは理想的には入射光の特定方向の振動成分の位相をこれに直交する振動成分に対して $\lambda/4$ （ λ ：入射光波長）遅延させる固定リターダー層と、印加電圧に応じて入射光の特定方向の振動成分の位相をこれに直交する振動成分に対して相対的に $\lambda/2$ 遅延させる可変リターダー層により構成される。

【0011】固定リターダー層としては、例えば周知の $\lambda/4$ 位相差板を用いることができ、その遅相軸を偏光板の偏光軸に対して所定方向に 45° の角度をなすように配置することにより、偏光板を透過した直線偏光を特定の回転方向をもった円偏光に変換する。位相差板の遅相軸が偏光板の偏光軸に対して右回りに 45° の角度をなすように配置された場合、出射される円偏光は右回りの極性となる。逆に遅相軸が偏光軸に対して左回りに4

5°の角度をなすように配置すると、出射される円偏光は左回りの極性となる。

【0012】可変リターダー層としては電圧制御により位相差を可変できる複屈折率層であればよく、例えば負の誘電異方性をもつ垂直配向ホモジニアス(VA)液晶層を用いる。VA層にしきい値以下の電圧(第一電圧)が印加された状態即ち液晶層が基板に垂直な初期配列を維持している状態では、入射光は位相変調されないまま出射されるため、円偏光の極性はそのまま維持される。TN層に飽和電圧以上の電圧(第二電圧)が印加され基

板に水平方向に配列すると、入射光の特定方向の振動成分がこれに直交する方向の振動成分に対して $\lambda/2$ 遅延され、その結果入射した円偏光の回転方向が逆転される。

【0013】即ち本発明において可変リターダー層を液晶で構成した場合、第一電圧印加時と第二電圧印加時で液晶層による位相遅延が相対的に $\lambda/2$ 生じる。VA液晶を例にとれば第一電圧とは液晶が初期配向状態を呈する電圧、第二電圧とは液晶の配向が基板に平行状態になることを指すが、強誘電液晶等、初期配向状態(第一電

圧印加時)で入射光位相を $\lambda/4$ 遅らせ、飽和電圧以上の電圧(第二電圧)印加時に $\lambda/4$ 進めるものも適用できる。

【0014】なお、旋光能の高い液晶層では、円偏光の回転方向を制御できるため、本発明の可変リターダーとしては、広義のいわゆるECB型(Electrically Controlled Birefringence mode)液晶を使用することができる。ツイステッドネマティック(TN)液晶でもツイスト角を適当な値とすれば、十分な複屈折機能が得られる。

【0015】一例として偏光軸に対し右回りに概略45°の角度で交差する遅相軸を有する $\lambda/4$ 位相差板と、その後面に配置された垂直配向(VA)液晶層と、さらにこのVA液晶層の後面に配置された左捩じれのコレステリック液晶層と、コレステリック液晶層の背面に配置された背面光源とを用いて本願の表示素子を構成した場合、まず位相差板に到達した直線偏光は、右円偏光に変換されて出力される。

【0016】VA液晶層が第二電圧印加時即ちオン状態の場合、右円偏光はVA液晶層で左円偏光に変換されて偏光反射層に到達する。そして偏光反射層は図2の原理に従い、偏光板側から見て左回りの偏光成分を反射する。この左円偏光は再びVA液晶層で右円偏光に変換され、位相差板に到達して、入射直線偏光と同じ方向に振動する直線偏光として取り出される。また偏光反射層の背面から入射する光源光のうち、偏光板側から見て左回りの円偏光成分は偏光反射層を透過し、VA液晶層で右回りの円偏光に変換される。そして位相差板に到達して、入射直線偏光と同じ方向に振動する直線偏光として取り出される。

【0017】一方VA液晶層が第一電圧印加時即ちオフ状態の場合、位相差板から出射される右円偏光はその回転方向を維持して偏光反射層に到達し、裏面に透過される。また偏光反射層の背面から入射する光のうち、偏光板側から見て左回りの偏光成分は偏光反射層およびVA液晶層を透過し、位相差板により偏光板の偏光軸と直交する方向に振動する直線偏光として取り出される。

【0018】こうして、同一構成の表示素子により、外光(偏光板側からの入射光)を利用した反射型表示と、背面光源を利用した透過型表示が可能となる。さて、上述のようにコレステリック液晶層は理想的にはその螺旋方向と逆回転方向の円偏光は全て透過し、一方螺旋方向と同じ回転方向の円偏光のうち螺旋ピッチに応じた波長をもつ円偏光を反射する。しかしながら、コレステリック液晶層を薄膜形成すると、螺旋方向と同じ回転方向の円偏光のうち10%程度は液晶層を透過する。すると例えば透過表示において黒表示させた場合にも透過光(漏れ光)が生じ、漏れ光量が大きくなると透過表示と反射表示で白黒反転し表示品位に影響を及ぼす可能性がある。

【0019】そこで選択反射層の後面にさらに位相差板および直線偏光板を配置し、これらの光学素子により選択反射層が本来透過すべき回転方向の円偏光のみを取り出して透過表示の際の光源光として利用することができる。

【0020】この構成において、透過表示時には、直線偏光板は光源光のうち特定方向の直線偏光成分を透過し、これに直交する直線偏光成分を吸収する。直線偏光板を透過した偏光成分は、この直線偏光板の吸収軸に概略45°の角度をなす遅相軸を有する位相差板により、選択反射層が透過する回転方向の円偏光に変換されて出射される。従って逆回転方向の円偏光は選択反射層に入射しないため、黒表示時の漏れ光は生じない。

【0021】一方反射表示における黒表示時には、外光は可変リターダーによる位相変調を受けず、選択反射層を透過するが、選択反射層背面に設けられた位相差板により、その後方の偏光板の吸収軸に沿った振動成分をもつ直線偏光に変換される。従って可変リターダー/選択反射層を透過した光は偏光板によって吸収されるため、漏れ光は生じない。

【0022】本構成により、反射表示、透過表示における黒白反転は生じず、良好な表示品位を得る。

【0023】なお、位相差板の遅相軸が偏光軸から左回りに概略45°の角度をなすように配置した場合、コレステリック液晶のツイスト方向を右回りとすることにより同一の動作を達成できる。

【0024】背面光源としては、例えばアクリル等の透光性の平板からなる導光体の側面に線状光源を配置した面光源を用いることができる。導光体の裏面に散乱反射層を設けることにより、偏光反射層から反射された円偏

光の偏光成分は、偏光反射層を透過する回転方向となるまで偏光反射層と散乱反射層との間を繰り返し反射される。従って、散乱反射層の吸収分による損失を除けば、線状光源からの光の利用効率を極めて高めることができる。

【0025】以上説明したように、偏光反射層の主面とその裏面から入射する光に対する反射／透過関係は、入射する円偏光の回転方向に関し同じ関係となっている。従って、可変リターダーが入射光の位相変調をする状態では、明状態の表示が得られ、位相変調をしない状態では、暗状態の表示が得られる。

【0026】こうして、同一構成の表示素子により、外光を利用した反射型表示と、背面光源を利用した透過型表示が可能となる。

【0027】なお、本発明の可変リターダー層としては、入射光の位相を印加電圧に応じて $\lambda/2$ ずらす機能を有するものを利用することができる。上記の場合は入射光を位相変調しない状態と $\lambda/2$ 遅延される状態との間でスイッチングされる例をあげたが、 $\lambda/4$ 遅延させる状態と $\lambda/4$ 進める状態でスイッチングされる素子を用いてもよい。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施例における表示素子10の構成を示す。表示素子の観察側には、偏光板11が配置され、その下層には、 $\lambda/4$ 波長板12が配置されている。そして $\lambda/4$ 波長板12の下層には、2枚のガラス基板13、14によって挟持された垂直配向型液晶層15を有する液晶素子が配置されている。

【0029】そして下側のガラス基板14と電極層17との間には、コレステリック液晶をポリマー化したフィルム18が被着形成されている。図2は、フィルム18によって透過または反射される光の様子を示す。フィルム18に用いられるコレステリック液晶は、その液晶分子19の揃いれピッチ p と平均屈折率 n を乗じた値 np が入射光波長 λ に等しい場合を想定している。このコレステリック液晶の液晶分子が図の上方からみて左回りの螺旋構造となっている場合、上側から入射した光 L_f は右円偏光成分のみ反射され、右円偏光成分は透過する。コレステリック液晶は上記の値 np が入射光波長 λ に等しい場合、その螺旋方向（左回り）または右回り）と等しい方向（左回りまたは右回り）の円偏光成分を理想的には100%反射する機能を有する。下側から入射した光 L_b に対しても同様に左円偏光成分のみ反射され、右円偏光成分は透過する。

【0030】再び図1を参照して、本実施の形態の表示素子10の動作を説明する。図1aは、垂直配向型液晶層15に電源20から電圧が印加されたオン状態、正確には液晶のスレッシュホールドレベル以上の電圧印加状態（Von時）を示す。この場合、ネマティック液晶分子

は上側基板から下側基板に向けて基板に垂直な方向に配列するホモジニアス配向となる。

【0031】この状態において、図上方の観察側から入射してくる光 L_f は、偏光板11および固定リターダー層である $\lambda/4$ 位相差板12を介して、右回りの円偏光として可変リターダー層である垂直配向型液晶層（VA層）15に入射する。そしてこの層15で位相が $\lambda/2$ 遅延されることにより、左回りの円偏光に変換されて偏光反射層であるコレステリック液晶層18に到達する。従って上述したとおり到達した左回りの円偏光はコレステリック液晶層18により全反射され、再びVA層15により位相が $\lambda/2$ 遅延されることにより、右回りの円偏光に変換されて出力される。この光が再び $\lambda/4$ 位相差板12を通過することにより、偏光板11の偏光軸に沿った直線偏光となり、偏光板11を通過して出力され、明状態の表示が得られる。

【0032】図1(b)は、垂直配向型液晶層15にしきい値以下の電圧が印加されたオフ状態（零電圧を含む）（Voff時）を示す。この場合、液晶層は液晶分子が基板に垂直に配列し、入射光を位相変調しない状態となる。

【0033】この状態において、図上方から入射してくる光 L_f は、図1aの場合と同様に、偏光板11および $\lambda/4$ 位相差板12を介して、右回りの円偏光として液晶層15に入射するが、同層15では位相変調されず、右回りの円偏光のままコレステリック液晶層18に到達する。この右回りの円偏光は、表示素子の背面に向けて透過していき、位相差板25で偏光板26の吸収軸に沿った振動成分をもつ直線偏光に変換される。その結果、観察側には光は戻らず、暗状態の表示が得られる。

【0034】次にコレステリック液晶層18の背面に面光源21を配置した場合の動作について説明する。面光源21は、アクリル平板などにより形成される導光板22と、その側面に配置された線状光源23、および導光板の背面に配置された拡散反射層24により構成される。

【0035】図1aの状態即ちVon時には、面光源から出力される光 L_b は偏光板26および位相差板25により左回り円偏光となりそのうち所定の割合の光（約10%）がコレステリック液晶層18を通過し、残りの光は反射される。そしてコレステリック液晶層18を通過した光は、VA層15によって位相変調され、右回りの円偏光に変換される。そしてこの光が $\lambda/4$ 位相差板12を通過することにより、偏光板11の偏光軸に沿った直線偏光となり、偏光板11を通過して出力され、明状態の表示が得られる。

【0036】一方図1bの状態即ちVoff時には、コレステリック液晶層18を通過した偏光板側からみて左回りの円偏光は、VA層15による位相変調を受けず、そのまま出力される。そしてこの光が $\lambda/4$ 位相差板1

2を通過することにより、偏光板5の偏光軸と直交する振動方向を有する直線偏光となり、偏光板11により吸収されて、暗状態の表示が得られる。

【0037】このようにして同一構造の表示素子を用いて、外光を利用する場合、光源を利用する場合ともに、極めて光利用効率の高い表示を得ることができ、明るい表示が可能となる。

【0038】また、コレステリック液晶層18の偏光反射層を可変リターダーであるVA液晶素子の内部に形成することにより、基板14外面に偏光反射層を配置した場合に比べ、基板14による視差はなくなる。また偏光反射層を、例えば基板14上にTFT、MIM素子等のアクティブ素子を形成した場合の絶縁層として兼用すれば、製造プロセスを簡略化でき、コストを低減できる。

【0039】こうして、同一構成の表示素子により、外光を利用した反射型表示と、背面光源を利用した透過型表示が同時に可能になる。

【0040】なお、上記実施例においては、VA液晶素子を可変リターダーとして用いたが、入射光の位相を2分の1波長ずらすか位相変調しないかを電界により制御できる素子であれば同様の効果を得られることはいうまでもない。例えば、他の実施例として、従来公知のネマティック液晶を基板の方向に平行に配向させた水平配向型ネマティック液晶素子を用いてもよく、またネマティック液晶をツイスト配向させたツイステッドネマティック液晶素子を用いてもよい。また反強誘電性液晶素子や強誘電性液晶素子など、液晶層に入射した偏光の位相を右回りに4分の1波長ずらすか左回りに4分の1波長ずらすかを電界により制御できるものを用いてもよい。この場合も入射光の位相を2分の1波長ずらすか位相変調しないかを電界により制御する場合と、相対的に同様の効果が得られる。

【0041】例えば、可変リターダー層として、基板に水平方向に初期配向させたネマティック液晶を用い、液晶層平面方向に電界を印加できる手段を設けた水平配向型ネマティック液晶素子の場合、液晶層は、液晶材料の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 $\Delta n d$ が、およそ140nmとなっている。その結果、4分の1波長板として機能する。

【0042】この液晶層に平面方向の電界を印加することにより、液晶分子が液晶層厚全体で平面方位を90°変えることができるようにすれば、偏光板の偏光軸と液晶分子配列方向とのなす角度を交差角45°とすることによって、パネルの上側から入射した光に対しては、液晶層に入射した直線偏光を右回りおよび左回りの円偏光として出射させることができる。

【0043】従って、円偏光を選択的に反射する偏光反射層によって入射光を偏光的に反射/透過させることができる。またパネルの下側から入射した光に対しては偏光反射層を通過して得られた円偏光を、極性が全く逆の

2種の直線偏光に偏光的に変換させることができる。こうしてパネルの上側から入射する光に対しても、下側から入射する光に対しても、同じ電圧状態で同じ表示状態を得ることができる。

【0044】また、本発明の表示素子をカラー表示素子に適用することももちろん可能である。即ち、偏光板とネマティック液晶層との間に、赤、緑、青の3原色もしくはイエロー、マゼンタ、シアンの補色3原色のカラーフィルタを配置し、マトリクス状に配置した画素電極を用いてネマティック液晶層を画素単位で電界制御することにより加法混色によるカラー表示を行うことができる、このカラーフィルタを、可変リターダーのセル内部に構成することももちろん可能である。

【0045】こうした本発明の表示素子に用いる偏光反射層は、可視光域における全ての波長の光に対して前述した機能、作用を発揮することが、無彩色の白黒表示や色再現性に優れたカラー表示を得る上で望ましい。例えば上記の各実施例のように、コレステリック液晶層により偏光反射層を構成した場合、その螺旋ピッチ p とコレステリック液晶ポリマーの平均屈折率 n を乗じた値 np が、可視光波長の最短波長から最長波長までを網羅するよう螺旋ピッチが層厚方向に沿って連続的に変化した螺旋構造とすることにより、可視光領域の全ての波長に対応した偏光反射能を得ることができる。

【0046】コレステリック液晶を構成する棒状高分子は螺旋構造を有し、螺旋軸に平行な光が入射した場合、螺旋ピッチに等しい光の波長をブラッグ反射する。即ち、値 np に等しい波長の光を中心波長として、屈折率異方性 Δn と螺旋ピッチ p を乗じた値 $\Delta n p$ と等しいバンド幅(波長の範囲)にてブラッグ反射を得る。なお、上記の屈折率異方性 Δn は、棒状の液晶高分子の長軸方向に沿った屈折率と短軸方向に沿った屈折率との差を表し、一方平均屈折率は、長軸方向に沿った屈折率と短軸方向に沿った屈折率の二乗和の平方根により求められる。

【0047】しかしながら、コレステリック液晶の屈折率異方性 Δn は0乃至0.3のものしか実存せず、かつコレステリック液晶の平均屈折率 n も1.4乃至1.6のものしか実存しないため、前記ブラッグ反射の中心波長を可視光波長の中心波長(約550nm)にあわせることは困難である。従って上述の通り、コレステリック液晶の螺旋ピッチを層厚方向に変化させることが、可視光領域全域に渡って良好な偏光反射能を得るために極めて有効である。

【0048】このような螺旋ピッチが変化するコレステリック液晶層を得るには、ピッチの異なる2種以上のコレステリック液晶ポリマー層を連続的に積層したり、コレステリック液晶材料を基板に塗布して固化させる際に、塗布後の膜表面にコレステリック液晶の螺旋ピッチを長くする添加剤(例えば螺旋ピッチが無限大であるネ

10

20

30

40

50

マティック液晶など)をコーティングする方法が好適である。

【0049】また、上記例においては、可変リターダー層に印加する電圧として V_{on} と V_{off} の中間の電圧を印加することにより、中間調表示をさせることももちろん可能である。

【0050】以上の各実施の形態においては、外光を利用して反射型表示素子として動作させる場合、また背面光源を利用して透過型表示素子として動作させる場合、いずれの場合も高い光利用効率を達成することができ

る。

【0051】図3は、本発明の第2の実施例の半透過型液晶表示装置として構成されたTFTアクティブマトリクス型液晶表示装置である。図4はその主たる構成部分、図5はアレイ基板のTFT素子構造を示す。同図は図4のTFT素子構造を説明するため、図4に対して上下反転して示してある。TFTアレイ基板13は、ガラス等からなる絶縁基板からなり、図はTFTアレイ基板13を観察側に配置し、対向基板14を背面光源側に配置したカラーフィルターを有する垂直配向ネマティック型の素子を示す。画面表示領域に多数の画素電極30をマトリクス状に配置し、各画素電極30に駆動スイッチング素子として薄膜トランジスタ(TFT)31が設けられる。これらの画素電極間に信号線32、ゲート電極33を含む走査線34、さらに必要に応じて補助容量電極(図示しない)が設けられる。これらの上から熱酸化膜35、例えばアモルファスシリコン(a-Si)からなる半導体膜36が順次形成されており、半導体膜を覆って低抵抗半導体膜37が形成されている。TFT素子31を構成している部分は、TFT素子を保護するためのパッシベーション膜38によって覆われている。

【0052】このように、ゲート電極33が半導体膜36の下に配置される構造をボトムゲート構造と称し、アレイ基板13からTFT素子31に向かって入る外光はゲート電極33で遮られるため半導体膜36に入射しない。その結果、表示素子を屋外使用する時の光により発生する光リーク電流による表示コントラスト比低下を防止できる。

【0053】また、画素部の全面にはカラーフィルタ39が配置されている。カラーフィルタには10 μ m角程度のコンタクトホール40が設けられている。カラーフィルタ39の上には例えばITOからなる透明画素電極30が各画素毎に形成されている。透明画素電極30はカラーフィルタ39に設けられたコンタクトホール40を介してTFTのソース電極41に電気的に接続されている。

【0054】透明画素電極30の境界部には信号線32、走査線34、補助容量線の何れかの配線電極が配置されて、背面光源による半透過型液晶表示装置の透過光使用時に、背面光源の光が漏れてコントラスト比を低下

させることが無い。このアレイの上にさらに、図示しない配向膜が所定の配向軸を備え積層されている。

【0055】一方、対向基板14には、偏光反射層18が所定形状に形成されている。ここで、偏光反射層18としては、コレステリック液晶をポリマー化したフィルムを被着形成した。偏光反射層18はさらに、対向電極17として例えばITOの透明導電膜が所定形状に積層されている。ITOは通常のマスキングの手段により成膜とパターニングを同時に行うのが好ましい。これによりITO形成時のコレステリック液晶層へのプロセス負荷は極めて小さい。

【0056】さらに、図示しない配向膜が配向処理して積層されている。配向は液晶分子が基板に垂直に配向される方向となっている。

【0057】これらのTFTアレイ基板13と対向基板14とが対向して液晶セルを構成しており、両基板の周縁部(シール部)42は接着剤(シール材)43によって貼り合わされ、液晶セルにはVA液晶15が封入されている。このとき、シール剤は対向基板14の偏光反射層18が形成されていない領域に塗布するのが良い。偏光反射層18の上ではシール剤の付着性が悪く、1万時間以上の長時間の使用に対して基板が剥れるなどの信頼性問題を招く恐れがある。あるいは偏光反射層の上にシール剤の付着性の良いオーバーコート剤を塗布しておけば、上記信頼性問題は回避できる。オーバーコート剤は、例えば通常カラーフィルタに用いられているアクリル樹脂で良い。

【0058】アレイ基板13の外側の面上には、1/4波長板12、偏光板11がこの順に積層されている。対向基板14の液晶層とは反対側の外面には図示しない背面光源が配置されている。また、対角画面寸法が8インチ以上の中型から大型液晶表示装置では、光拡散フィルムをアレイ基板1の外側の面に設けて視野角を拡大しても良い。

【0059】以上のように構成された本実施例の液晶表示装置は、接続された外部回路によって駆動され、周囲に適当な光源がある明所では周囲光を液晶表示装置に入射させ、その反射光で表示を行う反射型液晶表示装置として用いることができる。

【0060】また、暗所では、液晶セル背面の光源を点灯させ、その透過光で表示を行う透過型液晶表示装置として用いることができる。

【0061】図6および図7は、本発明の第3の実施例の半透過型液晶表示装置として構成されたTFT方式アクティブマトリクス型液晶表示装置を示す。

【0062】図3乃至図5で説明した第2の実施例と異なる部分は次のとおりであり、その他は同様の構成である。

【0063】第1に、対向基板14の厚さを可及的に薄く、実用的な0.2mmと薄くし、粘着層付きフィルム

として供給される偏光反射層 18a を、対向基板 14 の透明電極 17 が形成される面とは反対の外面に貼付している点である。

【0064】ここで、偏光反射層 18a としては、コレステリック液晶をポリマー化したフィルムを用いることができる。偏光反射層を第 1 の実施例のように薄膜形成する必要が無いので、第 1 の実施例よりも製造歩留がさらに良い。また、表示においては、基板厚 0.2 mm 程度のバラックスによる影が発生するが、0.2 mm 程度では視認性を損なう問題を引き起こす心配は無い。なお、0.2 mm 厚の基板 14 には 0.7 mm ガラス基板を薄く研磨して使用するか、プラスチック基板を用いる。

【0065】第 2 に、TFT アレイ基板上的 TFT 素子がポリシリコン (poly-Si) TFT 素子 31a である点が、第 1 の実施例と異なる。poly-Si TFT 素子の光リーク電流は一般に小さく、数万ルクス (lx) 程度の外光下でも問題にならない。

【0066】上述した偏光反射層 18a は、コレステリック液晶フィルムにより構成する。その螺旋ピッチ p とコレステリック液晶ポリマーの平均屈折率の積 np が、可視光波長のすべてを網羅するよう螺旋ピッチが層厚方向に沿って連続的に変化した螺旋構造とすることにより偏光反射能の波長分散による色付きを抑制する事が出来る。

【0067】コレステリック液晶を構成する棒状高分子は螺旋構造を有し、螺旋軸に平行な光が入射した場合、螺旋ピッチに等しい光の波長をブラッグ反射する。すなわち、積 np の値に等しい波長の光を中心波長として、屈折率異方性 Δn と螺旋ピッチとの積 $\Delta n p$ と等しいバンド幅 (波長の範囲) にてブラッグ反射を得る。なお、上記の屈折率異方性 Δn は、棒状の高分子の長軸方向に沿った屈折率と短軸方向に沿った屈折率との差を表し、一方平均屈折率は、長軸方向に沿った屈折率と短軸方向に沿った屈折率の 2 乗和の平方根によって与えられる。

【0068】これを実現するため、コレステリック液晶の螺旋ピッチを層厚方向に変化させて、可視光領域全域にわたって良好な偏光反射能を得る。

【0069】図 8 は、図 1 の表示素子においてさらに背面光源光の光利用効率を高めるための光学系を示す。即ち、背面光源 21 と偏光板 26 との間に、位相差板 51 および第 2 のコレステリック液晶フィルム 52 を配置したものである。

【0070】この光学系は、選択反射層 17 によって反射し戻された光を再度利用するためのもので、本実施例においては第 2 のコレステリック液晶フィルム 52 は、選択反射層 17 と同じく左揃いの螺旋構造を有し、位相差板 51 は位相差板 25 の遅相軸と平行な遅相軸を有する。

【0071】この構成において、光源光のうち右回りの

円偏光成分は第 2 のコレステリック液晶フィルム 52 を透過し、左回りの円偏光成分は第 2 のコレステリック液晶フィルム 52 により大部分が反射されるが、約 10% の光は第 2 のコレステリック液晶フィルム 52 を透過する。そしてこの円偏光が位相差板 51 に入射すると、右回りの円偏光成分は偏光板 26 の偏光軸と平行な振動成分をもつ直線偏光に変換され、左回りの円偏光成分は偏光板 26 の遅相軸と平行な振動成分をもつ直線偏光に変換される。従って選択反射層 17 には、偏光板を透過し位相差板 51 によって変換された左回りの円偏光成分のみが入射する。

【0072】この左回りの円偏光成分の約 90% は選択反射層 17 により反射され、位相差板 25 によって偏光板を透過する直線偏光に変換され、さらに位相差板 51 によって第 2 のコレステリック液晶フィルム 52 を透過する円偏光に変換される。そして背面光源ユニットの反射板まで到達して、偏光成分が分解され、そのうち右回りの円偏光成分は表示に利用される。これを繰り返すことにより、背面光源に向けて反射される光をリサイクルして、光源光の利用効率を高めることができる。

【0073】なお、この光学系の構成は上記の構成にかぎられるものではなく、逆方向の揃いを有するコレステリック液晶フィルムを用いた場合は、位相差板 51 の遅相軸方向を 180° 回転させることによって、同様の機能を有する光学系を構成することができる。

【0074】

【発明の効果】本発明の表示素子においては、外光を利用して反射型表示素子として動作させる場合および背面光源を利用して透過型表示素子として動作させる場合いずれの場合においても高輝度の表示画面を得ることができ、反射表示時に背面光源を補助的に使用したり透過表示時に背面光源の輝度を上げるする必要がなくなり、消費電力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態の動作を説明する断面略図で、(a) は Von の状態、(b) は Voff の状態を示す、

【図 2】本発明の偏光反射層の動作原理を示す略図、

【図 3】本発明の一実施例の構成を示す一部平面図、

【図 4】本発明の一実施例の一部断面図、

【図 5】本発明の一実施例の TFT の断面図、

【図 6】本発明の他の実施例の一部断面図、

【図 7】本発明の他の実施例の TFT の断面図、

【図 8】本発明の他の実施例を説明する断面略図。

【符号の説明】

18…コレステリック液晶層 (偏光反射層)

21…背面光源

11…偏光板

12… $\lambda/4$ 波長板 (固定リターダー層)

13、14…透明基板

15

16

15…垂直配向型液晶層（VA層）（可変リターダー層）

* 26…偏光板

51…位相差板

16、17…透明電極層

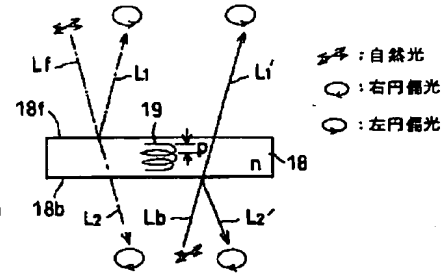
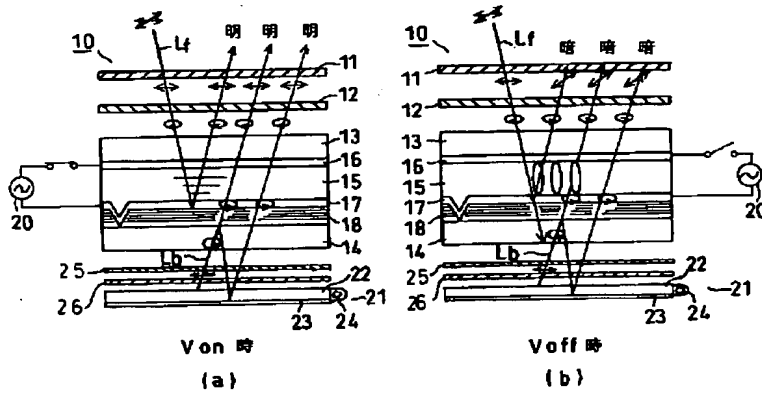
52…第2のコレステリック液晶フィルム

25…位相差板

*

【図1】

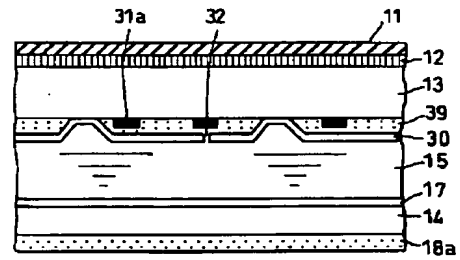
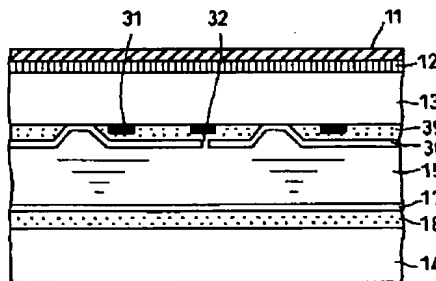
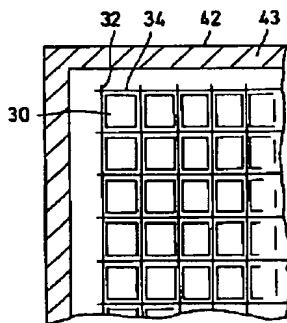
【図2】



【図3】

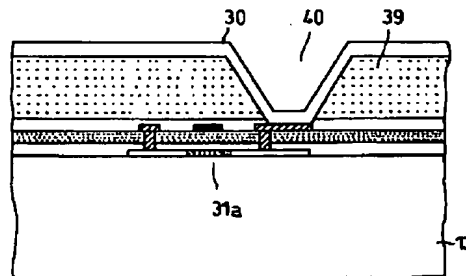
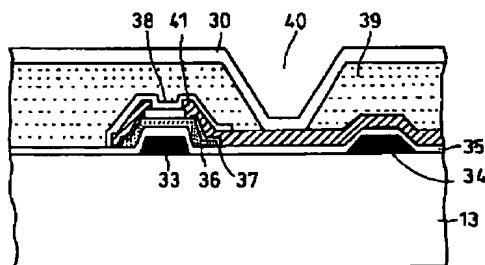
【図4】

【図6】

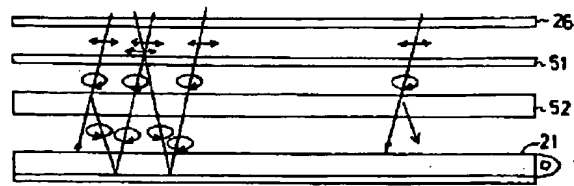


【図5】

【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H089 HA04 HA25 JA04 QA12 QA16
 RA05 RA08 RA13 RA14 TA09
 TA12 TA14 TA15 TA17 TA18
 TA20
 2H091 FA02Y FA08X FA11X FA14Z
 FA16Z FA23Z FA42Z FB02
 FD10 GA13 HA07 HA12 JA02
 LA12 LA15 LA16